

POTENSI KERAWANAN GELOMBANG *TSUNAMI* DI PESISIR BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Rahadimas Giyan Setyadi ^{*)}, Denny Nugroho S ^{*)}, Subandono Diposaptono ^{*)}, Widjo Kongko ^{*)}

^{*)} Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Email : subandono.diposaptono@yahoo.com

Abstrak

Bantul merupakan salah satu daerah yang berada tepat di hamparan Samudera Hindia pada selatan Pulau Jawa dengan pergerakan lempeng yang cukup implusif sehingga sering terjadi gempa bahkan tidak menutup kemungkinan rawan terjadi gelombang *tsunami*. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan potensi kerawanan yang ditimbulkan gelombang *tsunami* di pesisir Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta yang diolah menggunakan persamaan *Green Law* dan *Global Mapper 13*. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data *slope* (kelerengan pantai), data elevasi pantai, data koordinat penelitian, data bathimetri, data *source* (sumber gempa bumi), dan data pasang surut. Hasil dari parameter yang menjadi potensi kerawanan gelombang *tsunami* yaitu jarak dari garis pantai 2 km, jarak dari sungai 100 meter, potensi kerawanan tinggi, sedang, dan rendah dari parameter elevasi pantai sebesar (< 1 meter, 1 – 3 meter, dan > 3 meter), *slope* atau kelerengan pantai tertinggi dan terendah secara berturut – turut adalah (14, 91 % dan -0, 0006 %). Total luas daerah yang terimbas akibat kerawanan gelombang *tsunami* yaitu 156, 861 km² atau 15. 686, 1 Ha. Dan total daerah yang memiliki potensi kerawanan gelombang *tsunami* sebanyak 10 daerah yang tersebar di pesisir Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Kata Kunci: Gelombang *tsunami*; *Global Mapper 13*; Potensi Kerawanan;*Green Law*;Bantul.

Abstract

Bantul are one area which is right in the expanse of the Indian Ocean on the southern island of Java with plate movement implusif enough so that frequent earthquakes not even rule out the possibility prone to tsunamis. The purpose of this study was to determine the potential vulnerability caused tsunami in the coastal Bantul, Yogyakarta is processed using equations *Green Law* and *Global Mapper 13*. The data used in this study includes data *slope* (slope beach), beach elevation data, coordinate data research, the data bathymetry, the data source (the source of the earthquake), and tide gauge data. Results of the parameters which are a potential vulnerability tsunami wave that is the distance from the coastline 2 km, distance from the river 100 meters, vulnerability of high, medium, and low elevation of the parameters of the coast (<1 meter, 1-3 meters, and > 3 meters), *slope* or beach slope the highest and lowest, respectively are respectively (14, 91% and -0, 0006%). Total area affected due to insecurity tsunami that is 156, 861 km² or 15 686,1 Ha. And the total area which has the potential vulnerability tsunami wave of 10 sites spread across the coastal Bantul, Yogyakarta.

Keywords: The tsunami;Global Mapper 13 Potential Vulnerability; Green Law; Bantul.

1. Pendahuluan

Secara geografis, wilayah Indonesia termasuk daerah yang rawan gempa. Karena ada pertemuan tiga lempeng besar, Eurasia (Asia Tenggara), Indo-Australia, dan Pasifik. Ketiga lempeng itu terus bergerak dalam arah dan kecepatan yang berbeda (Subandono, 2008).

Gelombang *tsunami* dapat disebabkan oleh 5 (lima) penyebab yaitu gempa bumi akibat aktivitas lempeng dasar laut, letusan gunung api dasar laut, longsor tanah bawah laut, jatuhnya meteor ke laut, dan percobaan nuklir di laut (Cahanar, 2005 dalam Subandono, 2008).

Menurut Cahanar (2005), secara alami wilayah pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT) termasuk daerah yang rawan gelombang *tsunami* dan disitulah tempat bertemunya Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Sehingga dari kejadian bencana yang kerap kali melanda wilayah tersebut, pemerintah telah melakukan kajian untuk dapat sedini mungkin menanggulangi bencana gelombang *tsunami* yang datang secara tiba-tiba tanpa persiapan. Daerah yang menjadi sorotan untuk dilakukannya perlindungan gelombang *tsunami* tersebut ialah Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dimana daerah tersebut masuk kedalam *Ring of Fire* (cincin api) (Harahap, 1999).

Daerah Bantul merupakan salah satu daerah yang rawan gelombang *tsunami*, hal ini memiliki alasan yang cukup kuat karena daerah Bantul berada tepat di hamparan samudera Hindia. Seperti yang diketahui bahwa jalur selatan pulau Jawa, memiliki pergerakan lempeng yang cukup implusif sehingga tidak heran bahwa sering kali terjadi gempa dengan kekuatan yang cukup tinggi. Bantul adalah salah satu daerah yang berada persis di kawasan zona gempa tersebut yang kemudian untuk meminimalisir jatuhnya korban akibat gempa yang nantinya akan berdampak negatif, daerah tersebut masuk kedalam Rancangan Peraturan pemerintah Republik Indonesia tahun 2007 tentang penanggulangan yang diakibatkan oleh gelombang *tsunami*. Rekam jejak terjadinya gempa bumi disertai gelombang *tsunami* yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 silam dengan magnitudo sekitar 6,4 SR pada kedalaman sekitar 17,1 km di bawah permukaan laut. Gempa tersebut mengguncang kawasan Bantul, Yogyakarta, Sleman, dan Klaten selama lebih kurang 60 detik, dan diikuti dengan sekitar 750 gempa susulan, yang magnitudo terbesarnya mencapai 5,2 SR. Pusat gempa utama dan susulannya berlokasi antara Yogyakarta, Bantul, dan Gunung Kidul. Berdasarkan hasil estimasi, lokasi sesar penyebab gempa utama Yogyakarta 2006 ini terletak sekitar 5 - 10 km sebelah timur Sesar Opak yang digambarkan sepanjang Sungai Opak. Lokasi diperkirakan di perbukitan Baturagung sekitar Kecamatan Dlingo (Nugroho, 2012).

Bantul merupakan pusat wisata yang setiap tahunnya menarik setidaknya turis asing maupun manca negara untuk mengunjungi daerah tersebut. Daerah tersebut memiliki hampasan laut yang begitu indah, serta daerah tersebut juga memiliki padang pasir yang tidak kalah indah dengan padang pasir yang dimiliki oleh negara lain. Hal tersebut yang dijadikan alasan untuk dilakukannya analisa dalam menentukan potensi ancaman gelombang *tsunami* di Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Harahap, 1999).

Dalam klasifikasi untuk mempelajari gelombang tsunami terdapat indeks yang harus dipahami sehingga dapat dideteksi dari indeks ancaman sebagaimana yang telah dijelaskan dalam RaPerPres (Rancangan Peraturan Presiden Republik Indonesia) Pasal 7 ayat 2 dimana dikelompokkan menjadi potensi ancaman tinggi, sedang ataupun rendah. Ancaman tersebut dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa yang memiliki potensi untuk menimbulkan kerusakan bahkan kehilangan nyawa manusia ataupun kerusakan lingkungan. Sehingga dalam hal tersebut perlu dianalisa apakah daerah Bantul memiliki wilayah yang berpotensi menyimpan ancaman yang tinggi, sedang, atau rendah dalam 2 perhitungan yang berbeda (Subandono, 2008).

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif (Sugiyono, 2009) karena teknik penelitian yang digunakan dengan melakukan survei untuk mendapatkan data-data penelitian yang berupa data angka dan data penelitian tersebut diperoleh dengan mengukur menggunakan

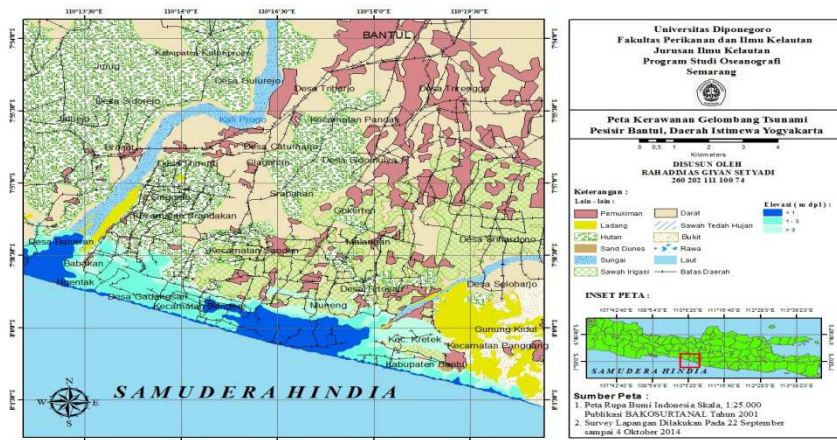
instrumen-instrumen tertentu yang memiliki satuan khusus untuk tiap-tiap parameternya. Data-data tersebut diolah dan ditampilkan dalam bentuk gambar, grafik, ataupun tabel.

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan data geo-spasial berupa data Peta Rupabumi Indonesia (RBI) dan data instansi (KKP dan BDPD-BPPT). Daerah penelitian meliputi kawasan pesisir Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Interpretasi kondisi fisik dan morfologi kawasan dilakukan secara visual dan survey di lapangan. Analisis dilakukan secara deskriptif terhadap hasil interpretasi. Wilayah rawan genangan gelombang *tsunami* dibatasi berdasarkan hasil analisis *digital elevation model* (DEM) dengan jangkauan *run up* 1702 meter dari garis pantai dan memiliki ketinggian maksimum 6 meter dari permukaan laut. Sementara itu identifikasi kesiap-siagaan dilakukan dengan studi wawancara di lapangan saat terjadinya gempa bumi yang pernah terjadi sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kerawanan Gelombang *Tsunami* di Pesisir Bantul

Daerah yang memiliki kerawanan tinggi belum tentu memiliki tingkat resiko yang tinggi. Besar kecilnya kerawanan gelombang *tsunami* tergantung pada besarnya ketinggian gelombang *tsunami*, keadaan topografi pantai dan daratan. Kajian parameter yang mempengaruhi kerawanan gelombang *tsunami* di pesisir Bantul adalah elevasi daratan, slope, jarak dari garis pantai, jarak sungai.



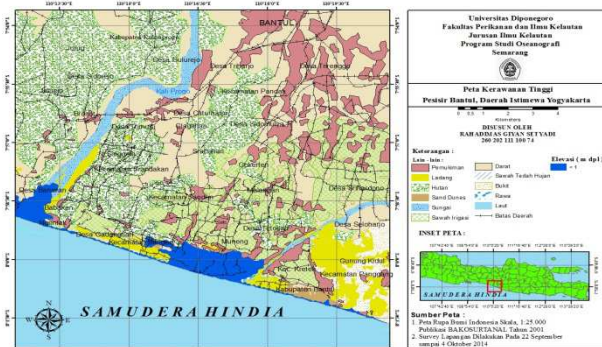
Gambar 1. Peta Kerawanan Gelombang *Tsunami* (Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Elevasi Daratan

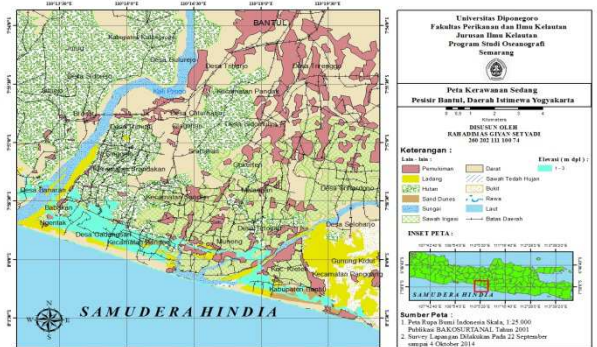
Berdasarkan hasil pemetaan klasifikasi topografi kerawanan topografi dapat diketahui bahwa daerah yang ketinggiannya kurang dari 1 meter memiliki luas area 42. 783 km² yang menyebar sepanjang pantai selatan seperti yang terlihat pada tabel (6) meliputi Kabupaten Bantul, Kecamatan Sanden, Desa Gadangsari, Ngentak, Sungai Progo, dan Desa Banaran. Daerah dengan ketinggian elevasi 1 – 3 meter memiliki luas area 58. 252 km² juga masih dominan berada pada pesisir selatan Jawa. Dan daerah dengan ketinggian elevasi > 3 meter memiliki luas area 55. 826 km² yang menyebar rata sepanjang aliran sungai selatan Jawa.

Pada gambar (23) terlihat bahwa wilayah pesisir pantai selatan yang memiliki elevasi rendah membuat tingkat kerawanan gelombang *tsunami* di daerah ini lebih tinggi ditambah dengan adanya aliran sungai yang membuat gelombang *tsunami* dapat menggerus apapun yang dilaluinya. Semakin rendah elevasi suatu wilayah maka tingkat kerawanan terhadap gelombang *tsunami* semakin tinggi.

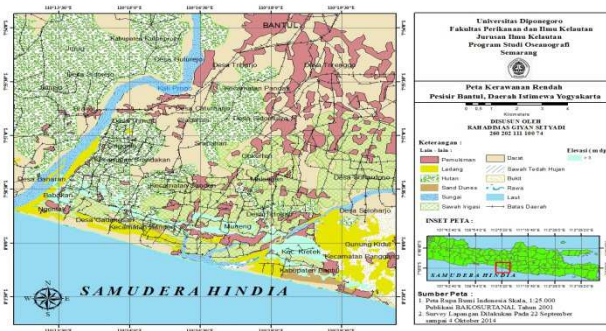
Sehingga dari penentuan diatas, daerah yang memiliki kearawanan akibat gelombang *tsunami* baik dari elevasi tinggi, sedang, dan rendah memiliki total luas area sebesar 15. 686, 1 Ha atau sekitar 156. 861 km².



Gambar 2. Peta (*Inundation*) Gelombang *Tsunami* Skala Tinggi (Sumber: Pengolahan Data, 2015)



Gambar 3. Peta (*Inundation*) Gelombang *Tsunami* Skala Sedang (Sumber: Pengolahan Data, 2015)



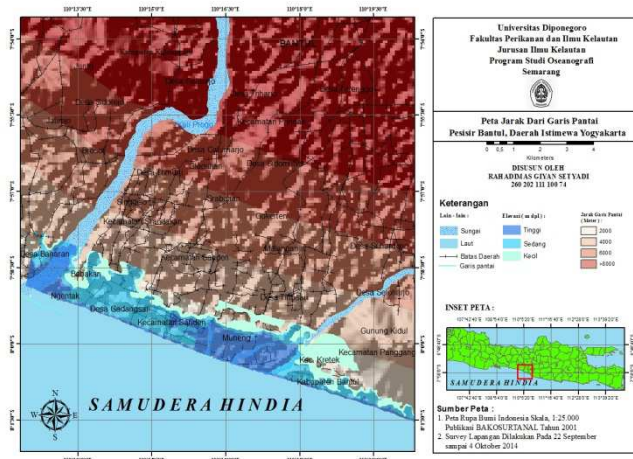
Gambar 4. Peta (*Inundation*) Gelombang *Tsunami* Skala Tinggi (Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Jarak Dari Garis Pantai

Seperti yang diketahui bahwa gelombang *tsunami* memiliki sifat merusak, maka dalam penataan ruang harus memiliki kawasan penyangga. Jarak dari garis pantai seperti yang terlihat pada gambar (18) merupakan parameter yang cukup penting. Oleh karena itu, penentuan dan pembuatan jarak dari garis pantai merupakan salah satu faktor penting dalam suatu analisis kerawanan gelombang *tsunami*.

Pada gambar (18) dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki warna kuning dengan jarak dari garis pantai 2 km memiliki kerawanan gelombang *tsunami* cukup tinggi. Daerah yang semakin jauh dengan pantai memiliki kerawanan gelombang *tsunami* yang rendah begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, wilayah yang memiliki kerawanan yang cukup tinggi berada pada wilayah kabupaten Bantul, kecamatan Sanden, dan desa Banaran yang terletak di sungai progo. Daerah tersebut merupakan daerah wisata sehingga penduduk membangun fasilitas hotel bahkan membangun bangunan untuk berjualan di sepanjang pesisir tersebut. Ditambah dengan semakin berkembangnya daerah wisata di sepanjang garis pantai tersebut membuat bangunan yang dibangun semakin meningkat setiap tahunnya sehingga dari sini penting sekali menerapkan penataan ruang yang baik dengan memperhatikan keadaan topografi pantai mengingan daerah tersebut berpapasan langsung dengan Samudera Hindia yang memiliki keadaan lempeng yang cukup fluktuatif. Dengan adanya penataan ruang yang baik serta memperhatikan keadaan pesisir pantai tersebut dapat mengurangi kerawanan gelombang *tsunami* khususnya yang berada di pesisir pantai.



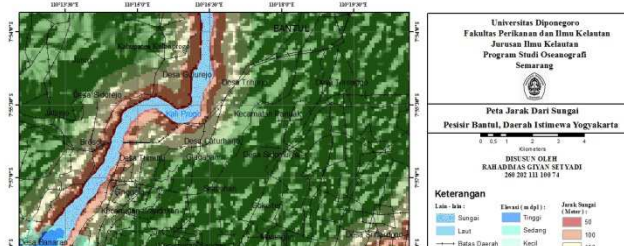
Gambar 5. Peta Jarak dari Garis Pantai (Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Jarak Dari Sungai

Pada gambar (19) dan (20) terlihat bahwa gelombang *tsunami* yang melewati sungai akan menimbulkan kerusakan yang cukup tinggi. Semakin sempit sungai tersebut maka kecepatan dan keadaan muka air akan semakin meningkat karena dengan adanya debit massa air yang sama saat mencapai pantai harus menjalar melalui celah sempit sungai tersebut. Sehingga jarak dari sungai sangat penting dalam penataan ruang.

Pemetaan dilakukan di dua sungai besar yang berada di Bantul dan sungai progo. Pada gambar (19) terlihat bahwa daerah yang berwarna hijau dengan jarak dari sungai 50 meter memiliki tingkat kerawanan gelombang *tsunami* yang cukup tinggi. Pada pemetaan yang dilakukan, daerah pesisir Bantul memiliki sungai yang jaraknya berjauhan sehingga apabila jarak sungai satu dengan yang lainnya berdekatan menurut literatur ilmiah, pada saat limpasan gelombang *tsunami* ke daratan akan menimbulkan kerusakan yang cukup tinggi karena terjadinya akumulasi energi gelombang *tsunami* dan massa air.

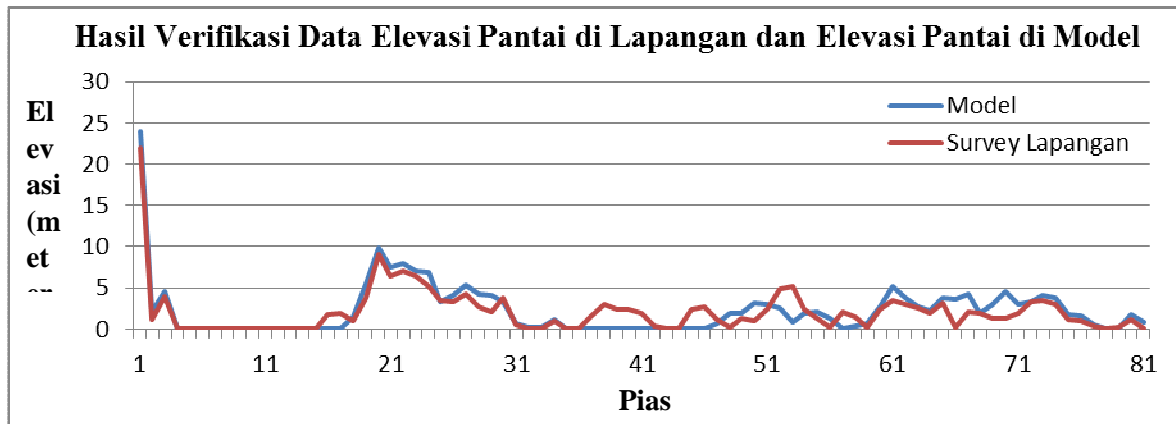
Pada gambar (19) dapat di jelaskan bahwa daerah yang cukup aman diindikasikan dengan warna merah yang memiliki jarak dari sungai sebesar > 250 meter. Sehingga apabila ingin membangun rumah serta dijadikan tempat perindustrian maupun perekonomian, sebaiknya berada pada daerah tersebut untuk meminimalisir kerugian financial yang cukup tinggi.



Gambar 6. Peta Jarak Dari Sungai (Sumber: Pengolahan Data, 2015)

Verifikasi Data Lapangan **Model dengan**

Verifikasi data model dengan data pengukuran lapangan dilakukan dengan menghitung nilai *MRE*. Hasil perhitungan *MRE* elevasi pantai diperoleh hasil sebesar 0.93%.



Gambar 7. Grafik Analisa Potensi Ancaman dari Dua Metode Pengolahan Data (Pengolahan Data Topografi, 2015)

Analisis Wilayah Terdampak Gelombang *Tsunami*

Pada tabel (6) dan (7) terlihat bahwa daerah dengan tingkat kerawanan akibat gelombang *tsunami* yang rendah memiliki ketinggian gelombang *tsunami* dengan kisaran 0 – 1, 5 meter dari permukaan laut. Ketinggian tersebut dengan memperhatikan keadaan pasang surut air laut sebelum dan sesudah terjadinya gelombang *tsunami*. Daerah yang berada pada zona ini diantaranya Kecamatan Kretek, Muneng, Kecamatan Sanden, Desa Tirtosari. Daerah yang memiliki tingkat kerawanan sedang dengan ketinggian gelombang 1, 5 – 3, 5 meter berada pada wilayah Kabupaten Bantul, Desa Gadangsari, Kecamatan Sanden, dan Babakan. Daerah yang memiliki potensi kerawanan tinggi dengan ketinggian gelombang *tsunami* mencapai > 3, 51 meter berada pada wilayah sepanjang garis pantai dan sepanjang sungai yaitu wilayah Kabupaten Bantul, Kecamatan Sanden, Desa Gadangsari, Ngentak, Sungai Progo, dan Desa Banaran.

Tabel 1. Wilayah Terdampak Kerawanan Gelombang *Tsunami* (Pengolahan Data Topografi, 2015)

Nomor	Tingkat Kerawanan	Luas (km ²)	Luas (Ha)	Wilayah
1	Tinggi	42. 783	4. 278, 3	<ul style="list-style-type: none"> • Kabupaten Bantul • Kecamatan Sanden • Desa Gadangsari • Ngentak • Sungai Progo • Desa Banaran
2	Sedang	58. 252	5. 825, 2	<ul style="list-style-type: none"> • Kabupaten Bantul • Desa Gadangsari • Kecamatan Sanden
3	Rendah	55. 826	5. 582, 6	<ul style="list-style-type: none"> • Babakan • Kecamatan Kretek • Muneng • Kecamatan Sanden • Desa Tirtosari

4. Kesimpulan

Daerah sepanjang pantai selatan Bantul memiliki potensi keawanan yang cukup tinggi akan bencana gelombang *tsunami* dengan tinggi >5,51 meter. Daerah yang memiliki potensi kerawanan sedang dan rendah secara berturut – turut memiliki tinggi gelombang *tsunami* >1,51 – 3,5 meter dan >0 – 1,5 meter dengan ketinggian elevasi tidak lebih dari 6 meter . Luas wilayah yang terimbas

bahaya gelombang *tsunami* 15. 686, 1 Ha atau sekitar 156. 861 km². Jarak dari garis pantai dan sungai secara berturut – turut yang berada pada zona bahaya memiliki jarak sebesar 2000 meter dari garis pantai dan 50 meter dari bibir sungai.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Balai Pengkajian Dinamika Pantai - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPDP – BPPT) dan Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP) atas fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Ammon, K. 2006. The 17 July 2006 Java Tsunami Earthquake. Geophysical Research Letters. Vol. 33. USA.
- Cahanar, P. 2005. Bencana Gempa dan Tsunami Nanggroe Aceh Darussalam & Sumatera Utara. Penerbit Buku Kompas. Jakarta.
- Diposaptono, S. 1995. Model Numerik Refraksi-Difraksi Gelombang Laut. Prosiding Seminar Kelautan Indonesia. Jakarta.
- _____. 2005. Membangun Kawasan Akrab Tsunami. Majalah Samudra edisi 24. Jakarta.
- _____. 2006. Mitigasi Bencana Wilayah Pesisir Berbasis Ekosistem Mangrove. Ditjen Kelautan, Pesisir, dan Pulau-pulau Kecil DKP. Jakarta.
- _____. 2008. It is Unknown Who First Named Green's Result Green's Law. Jakarta.
- Diposaptono, S dan Budiman. 2006. Tsunami. Buku Ilmiah Populer. Bogor.
- Diraputra, S. A. 2001. Sistem Hukum dan Kelembagaan dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir secara Terpadu. Prosiding Pelatihan Pengelolan Wilayah Pesisir Terpadu. PKSPL. IPB. Bogor.
- Dudley, W. C. and M. Lee . 1998. Tsunamis!. 2nd ed. University of Hawai Press. Honolulu.
- Harahap, D. 1999. Pendahuluan Geofisika. BPLMG. Jakarta.
- Iida, K. 1963. Magnitude. Energy. And Generation Mechanism of Tsunami and a Catalog Earthquake Associated With Tsunamis. Proc, Tsunami Meeting of Tenth Pacific congress, IUGG Monograp. Vol. 24.
- Iida, K. and T. Iwasaki. 2008. Tsunamis: Their Science and Engineering, Proceedings of The International Tsunami Symposium 1881 IUGG Tsunami Commision. Kamaishi.
- Latief, H. 2000. Study on Tsunamis and Their Mitigation by Using a Green Belt in Indonesia. [Disertasi]. Tohoku University. Jepang.
- Masinha, L. and D. E. Smylie. 1971. Surface Deformation Due to Shear and Tensor Fault in Falf-Space. Bull. Seism. Soc. Ame. Vol. 75.
- Nanang, T. P. 1993. The Structures and Seismotectonics of Indonesia Region, Ph. D. [Thesis]. University of Tokyo. Jepang.
- Nanang, T. dan T. Wahyu. 1994. Aspek Kegempaan Tsunami di Indonesia, Kumpulan Makalah Seminar Sehari Masalah Tsunami di Indonesia dan Aspek-Aspeknya.

- Natawidjaja, D. H. dan H. S. Latief. 2009. Studi Gempa dan Tsunami di Indonesia Terkait Aset Pertamina. PPKPL. ITB. Bandung.
- Natawidjaja, D. H. 2007. Studi Gempa di Indonesia. PPKPL. ITB. Bandung.
- Putra, R. 2008. Kajian Resiko Tsunami terhadap Bangunan Gedung Non-hunian dengan Skenario Variasi Ketinggian Run-up pada Garis Pantai (Studi Kasus Kota Banda Aceh, Indonesia). [Thesis]. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Rohadi, S. 2009. Distribusi Spasial dan Temporal Seismotektonik Wilayah Subduksi Jawa. Megasains 1. Vol. 4.
- Saptadji, N. M. 2012. Kemiringan Pantai Penentu Batas Sempadan Pantai Terjangan Gelombang Tsunami. ITB. Bandung.
- Satake, K. 1985. The Mechanism of the 1983 Japan Sea Earthquakes as Inferred from Long-Period Surface Waves and Tsunami, Phys. Earth.
- Satake, K. and F. Imamura. 1995. Tsunamis: 1992-1994 Their Generation, Dynamics, and Hazard. Birkhauser Verlag. Basel.
- Stein, S. and M. Wyssession. 2002. An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure. Oxford.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triton, P. B. 2009. Mengenal Sains, Sejarah Bumi dan Bencana Alam. Tugu Publisher. Yogyakarta.
- UNESCO-IOC. 2006. Tsunami Glossary: IOC Information document No. 1221. Paris. www.shoa.cl [5 September 2014].
- United State Geologyc Survey (USGS). 2006. Seamless Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). <http://rockyweb.cr.usgs.gov/nmpstds/demstds.html> [16 Desember 2014]
- Yuwono, S. 2005. Penentuan Batas Sempadan Pantai. UGM. Yogyakarta.